

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2003年 1月29日

出願番号

Application Number: 特願2003-020163

[ST.10/C]:

[JP2003-020163]

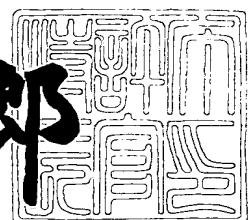
出願人

Applicant(s): 日新電機株式会社

2003年 5月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3035362

【書類名】 特許願

【整理番号】 K2020190

【提出日】 平成15年 1月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/205
C23C 16/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日新電機株式会社内

【氏名】 鞍谷 直人

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日新電機株式会社内

【氏名】 桐村 浩哉

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日新電機株式会社内

【氏名】 久保田 清

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日新電機株式会社内

【氏名】 小野田 正敏

【特許出願人】

【識別番号】 000003942

【住所又は居所】 京都府京都市右京区梅津高畠町47番地

【氏名又は名称】 日新電機株式会社

【代表者】 位▲高▼ 光司

【代理人】

【識別番号】 100074125

【住所又は居所】 大阪府大阪市北区南森町2丁目2番7号 シティ・コー
 ポ南森町604 谷川特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷川 昌夫

【電話番号】 06(6361)0887

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-274199

【出願日】 平成14年 9月20日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001731

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9807052

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜形成装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気装置により排気減圧可能な真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置から電力を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成する薄膜形成装置であり、前記ガス供給装置は前記真空容器内に配置される被膜形成物品の膜形成対象面に対向するガス噴出用面部を有するガス噴出用部材を有しており、前記電力印加装置は前記真空容器内に設置された電力印加用電極を有しており、前記ガス噴出用部材はそのガス噴出用面部に分散形成された複数のガス噴出孔を有しており、前記電力印加用電極は前記被膜形成物品とこれに対向する前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部間の空間を囲む周囲領域に設置されていることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項2】

前記排気装置は前記ガス噴出用部材の周縁部に隣り合う領域から排気を行う請求項1記載の薄膜形成装置。

【請求項3】

前記ガス噴出用部材の前記ガス噴出用面部における前記ガス噴出孔の分布密度及び開口面積は、前記ガス噴出用面部におけるガス噴出量が該ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて増加又は減少するように定めてある請求項1又は2記載の薄膜形成装置。

【請求項4】

請求項1、2又は3記載の薄膜形成装置を用いて被膜形成物品上に薄膜を形成する方法であり、前記空間における膜形成時のガス圧を 10^{-2} Pa～10Paに維持して膜形成する薄膜形成方法。

【請求項5】

請求項1又は2記載の薄膜形成装置を用いて被膜形成物品上に薄膜を形成する方法であり、前記膜形成用ガスとして少なくともシラン(SiH₄)ガス及び水

素 (H_2) ガスを用い、前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部として前記ガス噴出孔の分布密度及び開口面積を、該ガス噴出用面部におけるガス噴出量が該ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて増加するように定めてあるものを採用し、前記空間における膜形成時のガス圧を 10^{-2} Pa ~ 10 Pa に維持して被膜形成物品上に結晶性シリコン膜を形成する薄膜形成方法。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 記載の薄膜形成装置を用いて被膜形成物品上に薄膜を形成する方法であり、前記膜形成用ガスとして少なくともシラン (SiH_4) ガス及び酸素 (O_2) ガスを用い、前記ガス供給装置として該両ガスを互いに分離した状態で前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部に導くものを用い、前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部として前記ガス噴出孔の分布密度及び開口面積を、該ガス噴出用面部におけるガス噴出量が該ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて減少するように定めてあるものを採用し、前記空間における膜形成時のガス圧を 10^{-2} Pa ~ 10 Pa に維持して被膜形成物品上に酸化シリコン膜を形成する薄膜形成方法。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 記載の薄膜形成装置を用いて被膜形成物品上に薄膜を形成する方法であり、前記膜形成用ガスとして少なくともシラン (SiH_4) ガス及びアンモニア (NH_3) ガスを用い、前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部として前記ガス噴出孔の分布密度及び開口面積を、該ガス噴出用面部におけるガス噴出量が該ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて減少するように定めてあるものを採用し、前記空間における膜形成時のガス圧を 10^{-2} Pa ~ 10 Pa に維持して被膜形成物品上に窒化シリコン膜を形成する薄膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は被膜形成物品上に薄膜を形成する装置及び方法に関する。さらに言えば、例えば、表示装置における各画素に設けられる TFT (薄膜トランジスター) 提供のための結晶性シリコン膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等の薄膜や

、太陽電池等に用いられるシリコン系薄膜等の薄膜を基板上に形成することに利用できる薄膜形成装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

被膜形成物品上に薄膜を形成する方法としてプラズマCVD法が広く知られており、該プラズマCVD法を実施する装置として容量結合型の平行平板型のプラズマCVD装置が広く知られている。

【0003】

プラズマCVD装置は、排気装置により排気減圧可能な真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置（通常、高周波電力印加装置）から電力を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成するものである。

【0004】

平行平板型プラズマCVD装置の場合、電源に接続された平板型の電力印加用電極と被膜形成物品を支持する平板型の対向電極（通常接地電極）が真空容器内に配置され、これら両電極間に導入される膜形成用ガスが両電極間に投入される電力によりプラズマ化され、該プラズマのもとで物品上に薄膜が形成される。

【0005】

かかる平行平板型プラズマCVD装置の中には、例えば特開平6-291054号公報に開示されているように、被膜形成物品における膜形成対象面の面積が大きい場合でも該面全体にわたりできるだけ均一な膜を形成できるように、物品を支持しない方の電力印加用電極を多数のガス噴出孔を分散形成したプレート状の電極としたものもある。

【0006】

また、特開平1-216523号公報は、平行平板型プラズマCVD装置により高品質の非晶質の半導体膜を形成するために、膜堆積を行う基板又はその近傍に、プラズマ分解により生じた電子及びイオン粒子のどちらにも運動エネルギーを与えることが可能な周波数の交流電界または周期パルス電界を印加することを開示している。

【0007】

【特許文献1】特開平6-291054号公報

【特許文献2】特開平1-216523号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、平行平板型プラズマCVD装置の場合、高速で膜形成するにはプラズマ密度を高める必要がある。プラズマ密度を高める方法としては、ガスプラズマ化のための印加電力を大きくすることが挙げられる。

【0009】

しかし、印加電力を大きくすると、プラズマ電位の増大を引き起こすことになり、プラズマ電位が高くなると、プラズマ中の荷電粒子が高速で被膜形成物品面に衝突し、形成される膜と物品との界面に欠陥が生じ、膜特性が劣化する。

【0010】

このように膜形成速度と膜品質の向上とを両立させることは困難である。

【0011】

前記特開平1-216523号公報はこのような問題を解決しようとするものであるが、実用には至っていない。

【0012】

また、真空容器内でプラズマを維持するには、真空容器内のガス圧はある程度高くしなければならない。しかし、ガス圧が高いとガスのプラズマ化が十分進まず、分解されないガスが残ることになり、プラズマ密度を十分に高めることが困難である。プラズマ密度が十分でないと良質の膜を形成することができない。この問題を解決しようとして、ガスプラズマ化のための印加電力を大きくすると、前記のような問題が発生する。

【0013】

そこで本発明は、排気装置により排気減圧可能の真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置から電力を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成する薄膜形成装置であって、プラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向

上させて高速で良質の薄膜を形成できる薄膜形成装置及び該装置を用いてプラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向上させて高速で良質の薄膜を形成する薄膜形成方法を提供することを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明者はかかる課題を解決するため研究を重ねたところ、ガス供給装置として、被膜形成物品の膜形成対象面に対向する、複数のガス噴出孔を分散形成したガス噴出用面部を有するガス噴出用部材を採用し、さらに特に、電力印加装置として、被膜形成物品とこれに對向する前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部間の空間を囲む周囲領域から該空間に對向するように設置した電力印加用電極を採用し、この電極に電源から電力を投入すれば、該空間におけるガス圧を低くしても、従来の平行平板型プラズマCVD装置のように投入電力を著しく大きくしないでプラズマを維持でき、すなわち、プラズマ電位が高くなることを抑制して高密度プラズマを生成することができ、これらにより高速で良質な薄膜を形成できることを見いだした。

【0015】

本発明はかかる知見に基づき、排気装置により排気減圧可能の真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置から電力を印加して該ガスをプラズマ化し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成する薄膜形成装置であり、前記ガス供給装置は前記真空容器内に配置される被膜形成物品の膜形成対象面に對向するガス噴出用面部を有するガス噴出用部材を有しており、前記電力印加装置は前記真空容器内に設置された電力印加用電極を有しており、前記ガス噴出用部材はそのガス噴出用面部に分散形成された複数のガス噴出孔を有しており、前記電力印加用電極は前記被膜形成物品（前記真空容器内に配置される被膜形成物品）とこれに對向する前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部間の空間を囲む周囲領域に設置されていることを特徴とする薄膜形成装置及び該装置を利用する薄膜形成方法を提供するものである。

なお、被膜形成物品は、例えば、前記ガス噴出用部材のガス噴出用面部に對向するように前記真空容器に付設された支持部材に配置すればよい。

【0016】

本発明の薄膜形成方法では、前記空間における膜形成時のガス圧を 10^{-2} Pa～10Paに維持して膜形成できる。

【0017】

【発明の実施の態様】

以下本発明の実施の態様を図面を参照して説明する。

【0018】

図1は本発明に係る薄膜形成装置（プラズマCVD装置）の1例の構成を概略的に示す図である。

【0019】

図1に示す薄膜形成装置は、真空容器1を備えている。真空容器1にはガス供給装置2、排気装置3及び電力印加装置4並びに被膜形成物品を支持する支持部材5が付設されている。

【0020】

ガス供給装置2は、図示の例では、真空容器1内の上部空間に設置されたガス噴出用部材21と、これに膜形成用ガスを供給するガス供給部22を含んでいる

【0021】

ガス供給部22は図示を省略した複数の膜形成用ガス源、該ガス源からのガス供給量を調整する流量調整弁、該ガス源からのガス供給の許可及び断絶を行う開閉弁等を含んでおり、図示の例では2系統のガス導入管23、24を用いてガス噴出用部材21へガスを供給できるようになっている。

【0022】

支持部材5は、図示の例では真空容器1内の部材21下方のスペースに配置されており、膜形成時には所定の空間SPにおいてガス噴出用部材21に対向できる。支持部材5はヒータ51を内蔵しており、被膜形成物品（ここではTFT等形成用の基板）Sの着脱のために往復駆動装置（本例ではピストンシリンダ装置）52により昇降でき、上昇により、リング状部材53に気密に当接できる。リング状部材53は真空容器1の内周壁に気密に取り付けられている。支持部材5

は真空容器等を介して接地されている。

【0023】

ガス噴出用部材21はガス噴出用面部210含む部材211と該部材211をガス噴出用面部とは反対側から気密に覆うカバー部材212とを有しており、全体は、それには限定されないが、ここではプレート状のものである。

【0024】

ガス噴出用面部210は支持部材5上に載置される基板Sの膜形成対象面にそれと平行状に対向する。ガス噴出用面部210は多数の分散形成されたガス噴出孔210aを有しており、これら孔210aは部材211内に形成したガス分散用空間部211Sに連通している。部材211にはガス案内管211aが接続されており、空間部211Sはこのガス案内管211aを介して前記一方のガス導入管23に連通している。

【0025】

また、ガス噴出用面部210は多数の分散形成されたガス噴出孔210bも有しており、これら孔210bは部材211を貫通して前記カバー部材212に覆われた空間部212Sに連通しており、該空間部においてそこに配置されたガス分散用パイプ213に連通している。該パイプ213はカバー部材212に接続された中空のガス案内部材212'に接続されており、該ガス案内部材212'内に挿入されたガス案内管212aを介して前記他方のガス導入管24に連通している。パイプ213は平面から見ると図2に示すようにカバー部材212で覆われた空間部212Sの4隅に向けてガスを放出できるように配置されている。

【0026】

前記ガス案内管211aはガス案内部材212'を貫通している。ガス案内部材212'は真空容器1の天井壁を貫通しており、且つ、これに気密に接続されている。ガス噴出用部材21は、その周縁部に隣り合う領域に排気のための空間部を略均一配置で残すようにして真空容器1内に架設されている。さらに説明すると、図1に示す例では、真空容器1の側周壁の内面とガス噴出用部材21におけるガス噴出用面部210を有する部材211の側周面との間に部材21を架設支持するための支持部材200が渡し設けられている。この構造によりガス噴出

用部材21の周縁部に隣り合う領域に排気のための空間部が略均一配置で残されている。支持部材200には複数の排気孔201が略等間隔に形成されている。

【0027】

真空容器1にはガス噴出用部材21の周縁部に隣り合う領域から排気を行うための排気路31が付設されており、該排気路31は排気装置3に接続されている。排気は前記の支持部材200における複数の排気孔201及びガス噴出用部材21の周囲空間を介して排気路31から排気装置3へと行われる。

なお、支持部材200に代えて例えばガス噴出用部材21から放射状に突設される部材等を採用してもよい。この場合、かかる放射状突設部材等の隙間を排気に利用することができる。

【0028】

排気装置3はガス噴出用部材21と膜形成位置に配置された基板S間の空間SPを 10^{-2} Pa～10Paのガス圧まで排気減圧できるターボ分子ポンプを含むものである。ターボ分子ポンプを用いることで空間SPのガス圧を、必要に応じ、 10^{-2} Pa程度までも低圧にすることができる。なお、排気装置はターボ分子ポンプを利用したものに限定されない。十分な減圧を行えるものであればよい。

【0029】

電力印加装置4は、本例では図2に示すように4枚の電力印加用電極41とそのそれに接続された高周波電源42とを含んでいる。各電極41は平面から見ると、図2に示すように板体を山形に折り曲げた形態の電極であり、前記空間SPを囲むように全体として平面視（平面から見て）四角形状に配置されている。各電極41は絶縁性部材を介して真空容器1内面にそれから若干離した状態で取り付けられている。高周波電源42は対応する電極41に所定周波数の高周波電力を同期印加することができる。なお、電力印加用電極は電極41のようなものであれ、後述するような他のタイプのものであれ、真空容器1の内面に絶縁性部材を介して設けることができる。

【0030】

高周波電源42は、それには限定されないが、周波数が高いもの、例えば60MHzとかのように高いものの方がプラズマ電位を下げるためには望ましい。

【0031】

次に、以上説明した薄膜形成装置による薄膜形成方法について説明する。

【0032】

先ず支持部材5を下降させ、これに被膜形成基板Sを載置し、支持部材5を基板Sとともに膜形成位置へ上昇させ、支持部材5の周辺部を真空容器内に架設されたリング状部材53に気密に当接させる。基板Sは必要に応じヒータ51で所定膜形成温度に加熱する。

【0033】

次いで真空容器1内を排気装置3で排気して減圧し、ガス供給装置2によりガス噴出用部材21と基板S間の空間SPに所定の膜形成用ガスを導入する。

【0034】

各高周波電源42から対応する電力印加用電極41へ高周波電力を印加し、導入したガスをプラズマ化し、この間、空間SPのガス圧を排気装置3により 10^{-2} Pa～10Pa程度の範囲に維持する。かくして、基板S上に薄膜が形成される。空間SPのガス圧は形成する膜種等によっては 10^{-2} Pa～数Pa程度でもよい場合もある。

【0035】

この膜形成においては、膜形成用ガスがガス噴出部材21から基板Sに全体的に供給されるので、それだけ膜厚均一に膜形成できる。また、空間SPのガス圧を 10^{-2} Pa～10Pa程度に低くして膜形成できるので、それだけ均一な膜厚の膜を形成しやすい。

【0036】

また、この薄膜形成においては、ガスプラズマ化のための電力が従来の平行平板型プラズマCVD装置の場合と同様の大きさのものであるとすれば、従来よりプラズマ電位が低く抑制される。

【0037】

このようにプラズマ電位が高くなることが抑制される状態で、高密度プラズマのもとで膜形成されるので、高速で良質の薄膜を形成することができる。

【0038】

空間SPのガス圧を低くできるので、それだけ膜中への不純物の混入を抑制できるという点でも良質の膜形成が可能である。

【0039】

以上説明した薄膜形成装置においては、ガス噴出用部材21のガス噴出用面部210におけるガス噴出孔210a、210bの数（分布密度）及び各孔の開口面積は面部210の全体にわたり略均一であるが、かかるガス噴出孔の分布密度又は（及び）孔開口面積は、形成しようとする膜種や用いるガス種等に応じてガス噴出用面部210における周辺領域から中央領域に向けてガス噴出量が増加又は減少するように定めてよい。これによりガス濃度に傾斜をつけることで、膜厚均一性がさらに向上することがある。ガス噴出量がガス噴出用面部210における周辺領域から中央領域に向けての増加又は減少は、連続的な増加又は減少でも、段階的な増加又は減少でも、或いはこれらの組み合わせでもよい。

【0040】

例えば、シラン（ SiH_4 ）ガス及び水素（ H_2 ）ガスを用いてシリコン膜を形成するときには、ガス噴出量がガス噴出用面部における中央領域から周辺領域に向けて減少している方が、換言すれば、ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて増加している方が一層膜厚均一性はよくなる。

【0041】

また、シラン（ SiH_4 ）ガス及び酸素（ O_2 ）ガスを用いて酸化シリコン膜を形成するときには、ガス噴出量がガス噴出用面部における中央領域から周辺領域に向けて増加している方が、換言すれば、ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて減少している方が一層膜厚均一性はよくなる。

【0042】

シラン（ SiH_4 ）ガス及びアンモニア（ NH_3 ）ガスを用いて窒化シリコン膜を形成するときは、ガス噴出量がガス噴出用面部における中央領域から周辺領域に向けて増加している方が、換言すれば、ガス噴出用面部における周辺領域から中央領域に向けて減少している方が一層膜厚均一性はよくなる。

【0043】

前記薄膜形成装置においては、複数種の膜形成用ガスを複数系統のガス導入管

を用いて導入できるが、支障なければ、一系統のガス導入管（図1の例では管23又は24）を用いて導入してもよい。予め混合した状態で供給しても差し支えないガスについては、そうしてもよい。

【0044】

例えば、シラン（SiH₄）ガス及び水素（H₂）ガスを用いてシリコン膜を形成するときや、シラン（SiH₄）ガス及びアンモニア（NH₃）ガスを用いて窒化シリコン膜を形成するときには、これらガスは別々に供給しても、混合して供給してもよい。シラン（SiH₄）ガス及び酸素（O₂）ガスを用いて酸化シリコン膜を形成するときには、これらを予め混合すると酸化シリコンのパーティクルが形成されやすいので、別々に供給する方が好ましい。

【0045】

これらシリコン膜、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜の形成においては基板Sを200℃～400℃程度に加熱すれば、円滑に膜形成できる。

【0046】

前記空間SPのガス圧については、これら膜のうちシリコン膜形成においては10⁻²Pa～10Pa程度、より好ましくは0.2Pa～2Pa程度、酸化シリコン膜形成においては10⁻²Pa～10Pa程度、より好ましくは1Pa～10Pa程度、窒化シリコン膜形成においては10⁻²Pa～10Pa程度、より好ましくは1Pa～10Pa程度を例示できる。

【0047】

前記薄膜形成装置においては2種類のガスを導入するようにしているが、形成しようとする膜種に応じて3種類以上のガスを導入できるようにしてもよい。

【0048】

前記薄膜形成装置においては、電力印加用電極として4枚の電極41を採用したが、高周波を導入する電極はこれに限定されるものではない。

【0049】

電力印加用電極は1枚もの（筒状の1枚もの）でもよいし、前記のように複数に分割されたものでもよい。分割されたものの場合、前記空間SPを全て又は略全て取り囲むように配置されてもよいし、空間SPに部分的に対向するように配

置されてもよい。

【0050】

また、電力印加用電極が複数に分割されている場合において、前記のように複数の高周波電源を採用する場合、プラズマ種によっては前記空間SPの中央部と周辺部でプラズマ密度が変わるので、そのような場合に備えて、高周波電源としてパルス変調高周波電力を印加できるものを採用して均一なプラズマを得るようにもよい。かかるパルス変調の周波数として1KHz～300KHz程度を例示できる。

【0051】

次に図1に示すタイプの薄膜形成装置を用いて膜形成した実験例を比較実験例とともに説明する。いずれの実験においても、プレート状のガス噴出用部材21としてサイズ700mm×840mmのものを用い、接地電極を兼ねる支持部材5はサイズ650mm×780mmのものを用いた。部材21と膜形成位置の被膜形成物品との距離は略150mmとした。但し、複数種類のガスの導入については実験に応じて予め混合して1系統の導入管から導入した場合と、図1に示すように2系統の導入管から別々に導入した場合がある。

【0052】

実験例1の1（シリコン膜の形成）

被成膜物品：無アルカリガラス板（サイズ600mm×720mm）

使用ガス： SiH_4 100sccm

H_2 150sccm

1系統導入管で導入（図1の導入管23）

部材21のガス噴出孔210a：内径0.7mm

部材21のガス噴出孔分布密度：全体に均一に0.1個/cm²

プラズマ励起用電力：60MHzの高周波電力

電極41で空間SP周囲から導入

空間SPのガス圧：0.7Pa

膜形成温度：400°C

形成膜厚：50nm（膜形成速度10nm/分）

【0053】

実験例1の2（シリコン膜の形成）

部材21のガス噴出孔分布密度を中央部0.1個／cm²とし、周辺部へ向かって次第に減少させ、周辺部では0.07個／cm²とした以外は実験例1の1と同様にしてシリコン膜を形成した。

【0054】

比較実験例1（シリコン膜の形成）

被成膜物品：無アルカリガラス板（サイズ600mm×720mm）

使用ガス：SiH₄ 100 sccm

H₂ 150 sccm

1系統導入管で導入（図1の導入管23）

部材21のガス噴出孔210a：内径0.7mm

部材21のガス噴出孔分布密度：全体に均一に0.1個／cm²

プラズマ励起用電力：60MHzの高周波電力

ガス噴出用部材21から導入

空間SPのガス圧：25Pa

膜形成温度：400℃

形成膜厚：50nm（膜形成速度10nm／分）

【0055】

実験例2の1（シリコン酸化膜の形成）

被成膜物品：N型シリコンウエハー（サイズ 直径4インチ）

使用ガス：SiH₄ 300 sccm 導入管23から導入

O₂ 1000 sccm 導入管24から導入

部材21のSiH₄噴出孔210a：内径0.7mm

部材21のO₂噴出孔210b：内径1.4mm

部材21のガス噴出孔分布密度：SiH₄噴出孔、O₂噴出孔のいずれについても全体に均一に0.1個／cm²

プラズマ励起用電力：60MHzの高周波電力

電極41で空間SP周囲から導入

空間SPのガス圧：2.5Pa

膜形成温度：400°C

形成膜厚：100nm（膜形成速度100nm／分）

【0056】

比較実験例2（シリコン酸化膜の形成）

被成膜物品：N型シリコンウエハー（サイズ 直径4インチ）

使用ガス： SiH_4 300 sccm 導入管23から導入

O_2 1000 sccm 導入管24から導入

部材21の SiH_4 噴出孔210a：内径0.7mm

部材21の O_2 噴出孔210b：内径1.4mm

部材21のガス噴出孔分布密度： SiH_4 噴出孔、 O_2 噴出孔のいずれも
0.1個/cm²で全体に均一

プラズマ励起用電力：60MHzの高周波電力

ガス噴出用部材21から導入

空間SPのガス圧：30Pa

膜形成温度：400°C

形成膜厚：100nm（膜形成速度100nm／分）

【0057】

実験例2の2（シリコン酸化膜の形成）

被成膜物品：無アルカリガラス板（サイズ600mm×720mm）

使用ガス： SiH_4 300 sccm 導入管23から導入

O_2 1000 sccm 導入管24から導入

部材21の SiH_4 噴出孔210a：内径0.7mm

部材21の O_2 噴出孔210b：内径1.4mm

部材21のガス噴出孔分布密度： SiH_4 噴出孔、 O_2 噴出孔のいずれについて
ても全体に均一に0.1個/cm²

プラズマ励起用電力：60MHzの高周波電力

電極41で空間SP周囲から導入

空間SPのガス圧：2.5Pa

膜形成温度：400°C

形成膜厚：100 nm (膜形成速度100 nm/分)

【0058】

実験例2の3 (シリコン酸化膜の形成)

部材21のガス噴出孔分布密度をSiH₄噴出孔、O₂噴出孔のいずれもについても中央部は0.05個/cm²とし、周辺部へ向かって次第に増加させ、周辺部では0.1個/cm²とした。その他の点は実験例2の2と同様にしてシリコン酸化膜を形成した。

【0059】

実験例3の1 (シリコン窒化膜の形成)

被成膜物品：N型シリコンウエハー (サイズ 直径4インチ)

使用ガス：SiH₄ 100 sccm

NH₃ 250 sccm

1系統導入管で導入 (図1の導入管23)

部材21のガス噴出孔210a：内径0.7mm

部材2.1のガス噴出孔分布密度：全体に均一に0.1個/cm²

プラズマ励起用電力：60MHzの高周波電力

電極41で空間SP周囲から導入

空間SPのガス圧：2.5Pa

膜形成温度：400°C

形成膜厚：100 nm (膜形成速度50 nm/分)

【0060】

実験例3の2 (シリコン窒化膜の形成)

部材21のガス噴出孔分布密度を中央部0.05個/cm²とし、周辺部へ向かって次第に増加させ、周辺部では0.1個/cm²とした以外は実験例3の1同様にしてシリコン窒化膜を形成した。

【0061】

比較実験例3 (シリコン窒化膜の形成)

被成膜物品：N型シリコンウエハー (サイズ 直径4インチ)

使用ガス： SiH_4 100 sccm

NH_3 250 sccm

1系統導入管で導入（図1の導入管23）

部材21のガス噴出孔210a：内径0.7mm

部材21のガス噴出孔分布密度：全体に均一に0.1個/cm²

プラズマ励起用電力：60MHzの高周波電力

ガス噴出用部材21から導入

空間SPのガス圧：30Pa

膜形成温度：400°C

形成膜厚：100nm（膜形成速度50nm/分）

【0062】

実験例1の1と比較実験例1のシリコン膜をラマン分光分析装置で評価した。

比較実験例1のシリコン膜は480cm⁻¹付近にブロードなピークが出てアモルファスであることがわかったのに対し、実験例1の1のシリコン膜は480cm⁻¹付近にブロードなピークがあるものの、520cm⁻¹付近に結晶化を示すピークが確認された。比較実験例1の膜はアモルファス膜であるのに対して、実験例1の1では結晶性シリコン膜が得られていることがわかる。

【0063】

実験例2の1と比較実験例2のシリコン酸化膜上にアルミニウム（A1）を蒸着し、MOS構造にしてC-V特性及びI-V特性を評価した。比較実験例2のシリコン酸化膜はフラットバンド電圧が-3.2V、界面準位密度が $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2 \text{ eV}$ 、絶縁破壊電圧が6.7MV/cmであったのに対し、実験例2の1のシリコン酸化膜ではフラットバンド電圧が-0.2V、界面準位密度が $5 \times 10^{11} / \text{cm}^2 \text{ eV}$ 、絶縁破壊電圧が8.1MV/cmであった。実験例2の1の膜の方が低欠陥高品質膜であることが確認された。

【0064】

実験例3の1と比較実験例3のシリコン窒化膜上にアルミニウム（A1）を蒸着し、MOS構造にしてC-V特性を評価した。比較実験例3の膜はフラットバンド電圧が-4.1Vであったのに対し、実験例3の1の膜ではフラットバンド

電圧が-1.0Vであった。実験例3の1の膜の方が低欠陥高品質膜であることが確認された。

【0065】

実験例1の1、実験例2の1、実験例2の2及び実験例3の1では部材21のガス噴出用面部210におけるガス噴出孔の分布密度及び孔開口面積を一様なものとしたが、前記実験例1の2、実験例2の3、実験例3の2のように、孔開口面積は一定としたままであるがガス噴出孔の分布密度を、シリコン膜の形成においてはガス噴出用面部210における中央領域から周辺領域に向けて減少させ、酸化シリコン膜の形成においてはガス噴出用面部における中央領域から周辺領域に向けて増加させ、窒化シリコン膜の形成においてはガス噴出用面部における中央領域から周辺領域に向けて増加させ、その他の条件は実験例1の1、実験例2の2、実験例3の1と同様にして膜形成してみたが、膜厚均一性良好な各膜が形成された。

【0066】

実験例1の1のシリコン膜及び実験例1の2のシリコン膜の膜厚均一性を評価したところ、図3に示す結果を得た。図3において横軸は被膜形成ガラス基板(600mm×720mm)の中心から一つの基板コーナー方向への距離を示しており、縦軸は最大膜厚を100としたときの相対膜厚を示している。ガス噴出孔分布密度が全体に均一である実験例1の1では基板中心から250mm程度までは略均一であるが、そこから基板周辺部に行くにしたがい膜厚が大きくなり全体の膜厚均一性は±9.8%であった。一方、ガス噴出孔の分布密度を変化させた実験例1の2では、全体にわたって膜厚は略均一であり、膜厚均一性は±3.8%と向上している。このように、シリコン膜形成ではガス供給量を被膜形成基板の中心から端に行くにしたがい減少させることで膜厚均一性を向上させ得ることが分かる。なお、実験例1の2では、ガス供給量の増減をガス噴出口の数(分布密度)で調整したが、ガス噴出孔の分付密度に代えて、或いはガス噴出孔の分付密度と共にガス噴出孔の開口面積の調整により行ってもよい。

【0067】

また、実験例2の2のシリコン酸化膜及び実験例2の3のシリコン酸化膜の膜

厚均一性を評価したところ、図4に示す結果を得た。図4において横軸は被膜形成ガラス基板（600mm×720mm）の中心から一つの基板コーナー方向への距離を示しており、縦軸は最大膜厚を100としたときの相対膜厚を示している。ガス噴出孔分布密度が全体に均一である実験例2の2では基板中心から基板周辺部に行くにしたがい膜厚が小さくなり全体の膜厚均一性は±16.0%であった。一方、ガス噴出孔の分布密度を変化させた実験例2の3では、全体にわたって膜厚は略均一であり、膜厚均一性は±3.9%と向上している。このように、シリコン酸化膜形成ではガス供給量を被膜形成基板の中心から端に行くにしたがい増加させることで膜厚均一性を向上させ得ることが分かる。なお、実験例2の3では、ガス供給量の増減をガス噴出口の数（分布密度）で調整したが、ガス噴出孔の分付密度に代えて、或いはガス噴出孔の分付密度と共にガス噴出孔の開口面積の調整により行ってもよい。

【0068】

実験例3の1と3の2のシリコン窒化膜についても膜厚分布はシリコン酸化膜と同様の傾向を示し、ガス供給量を被膜形成基板の中心から端に行くにしたがい増加させることで膜厚均一性を向上させることができた。

【0069】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によると、排気装置により排気減圧可能な真空容器内へガス供給装置から供給される膜形成用ガスに電力印加装置から電力を印加して該ガスをプラズマ下し、該プラズマのもとで該真空容器内に配置した被膜形成物品上に薄膜を形成する薄膜形成装置であって、プラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向上させて高速で良質の薄膜を形成できる薄膜形成装置及び該装置を用いてプラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向上させて高速で良質の薄膜を形成する薄膜形成方法を提供することができる。

また本発明によると、かかる薄膜形成装置及び薄膜形成方法であって、膜厚均一性良好な薄膜を形成できる装置及び方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る薄膜形成装置の1例の構成を概略的に示す図である。

【図2】

図1に示す装置におけるガス分散用パイプ及び電力印加用電極の配置状態を平面から見た図である。

【図3】

実験例1の1と実験例1の2のシリコン膜の膜厚均一性の評価結果を示す図である。

【図4】

実験例2の2と実験例2の3のシリコン酸化膜の膜厚均一性の評価結果を示す図である。

【符号の説明】

- 1 真空容器
- 2 ガス供給装置
 - 2 1 ガス噴出用部材
 - 2 2 ガス供給部
 - 2 3、2 4 ガス導入管
 - 2 1 0 ガス噴出用面部
 - 2 1 1 面部2 1 0 を含む部材
 - 2 1 2 カバー部材
 - 2 1 0 a、2 1 0 b ガス噴出孔
 - 2 1 1 S 部材2 1 1 内のガス分散用空間部
 - 2 1 2 S カバー部材2 1 2 に覆われた空間部
 - 2 1 1 a、2 1 2 a ガス案内管
 - 2 1 2' ガス案内部材
 - 2 1 3 ガス分散用パイプ
- 3 排気装置
 - 3 1 排気路
- 4 電力印加装置
 - 4 1 電力印加用電極

4 2 高周波電源

5 支持部材

5 1 ヒータ

5 2 ピストンシリンダ装置

5 3 リング状部材

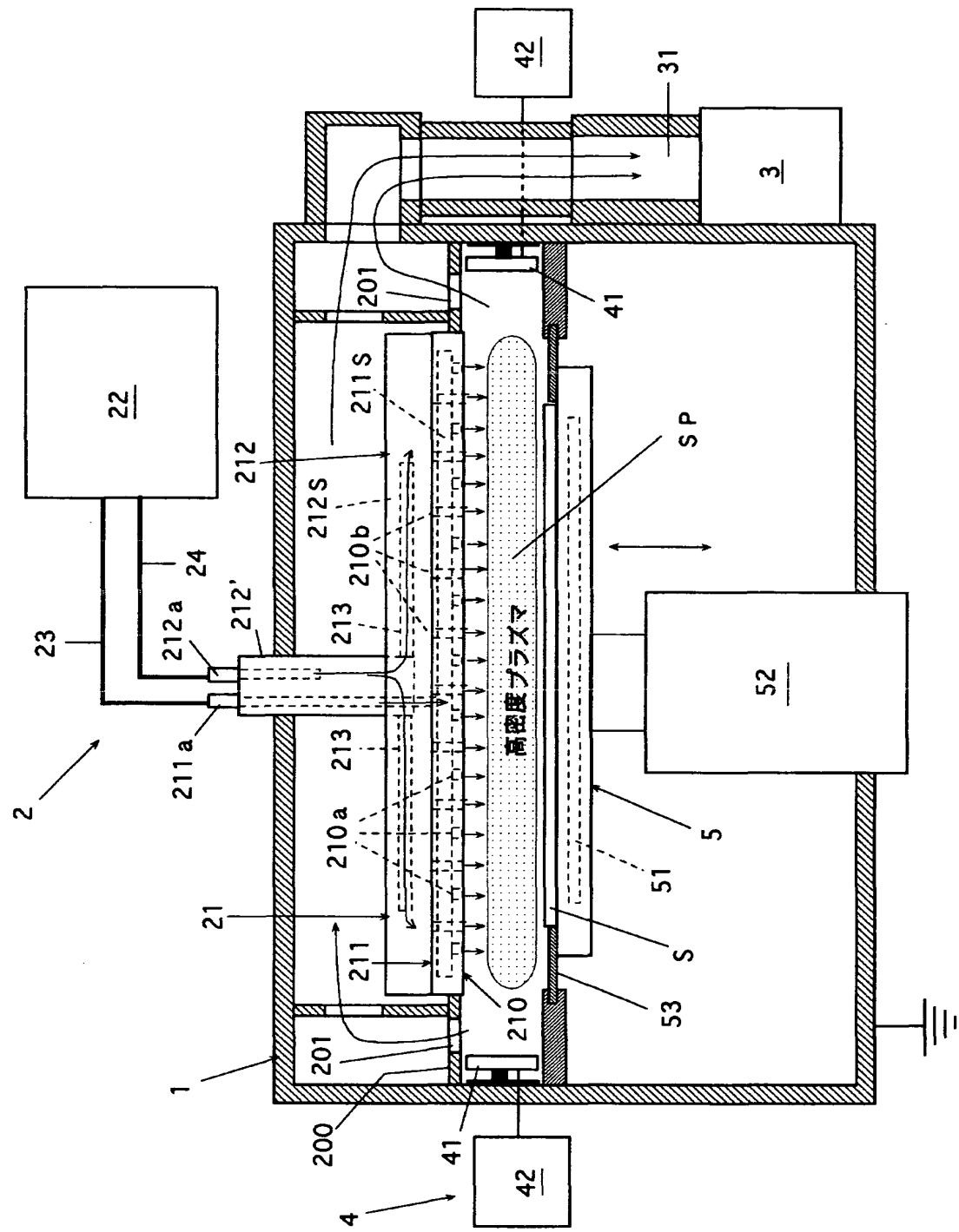
S P プラズマを形成する空間

S 被膜形成基板（被膜形成物品の1例）

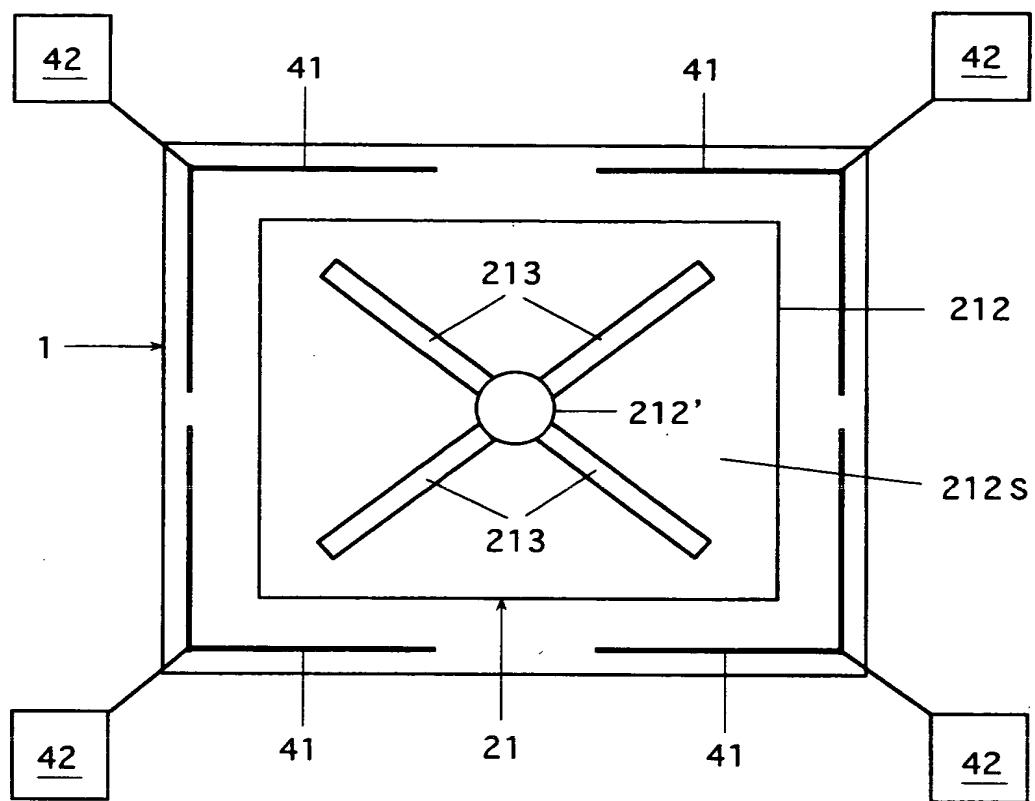
【書類名】

図面

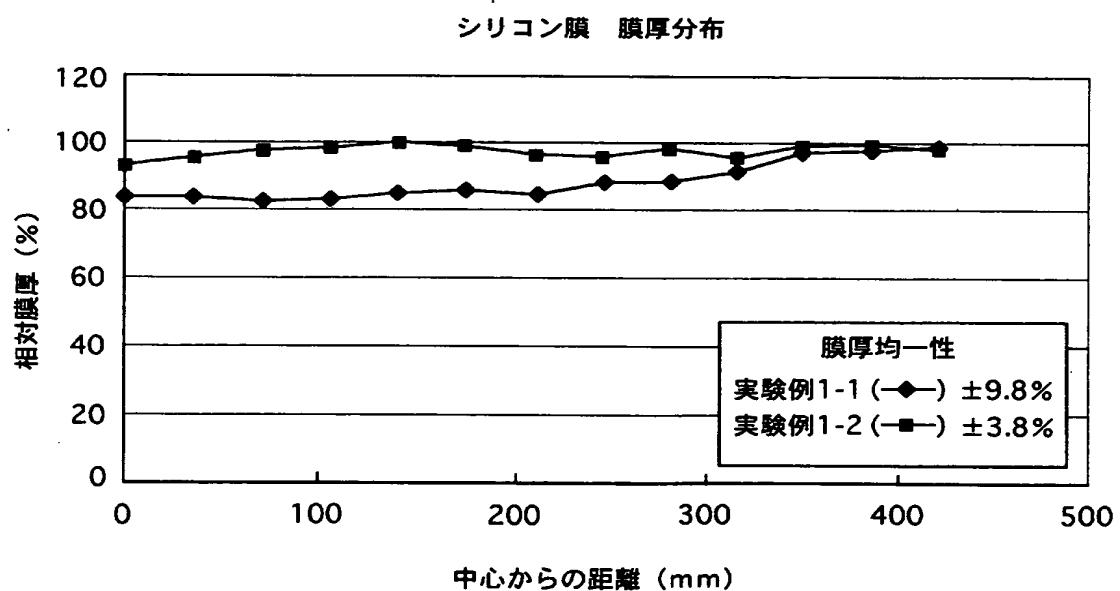
【図1】



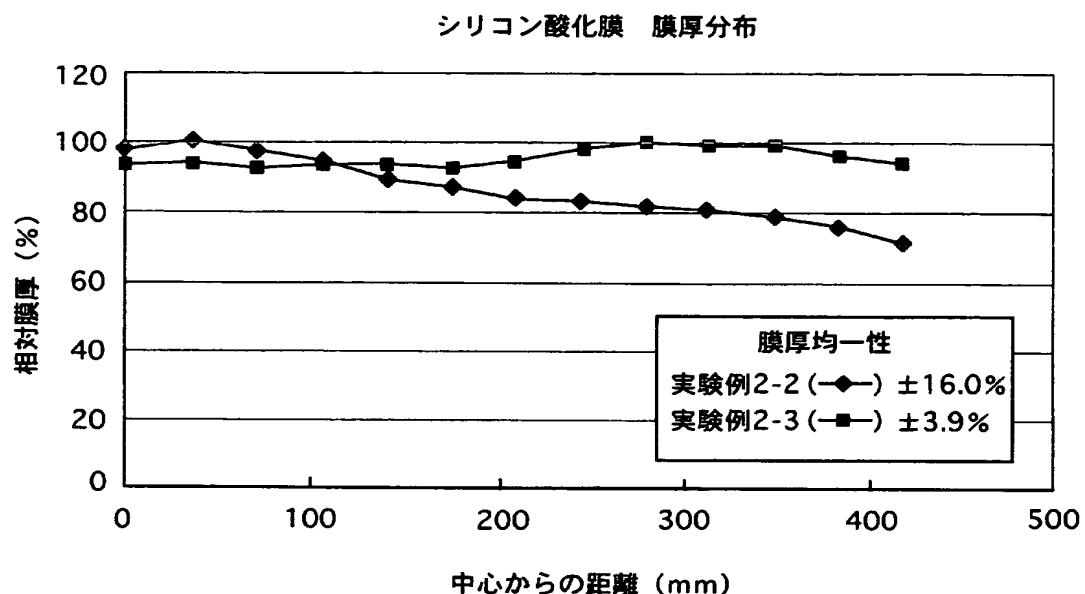
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ電位の増大を招かないでプラズマ密度を向上させて高速で良質の且つ膜厚均一性良好な薄膜を形成する。

【解決手段】 排気装置3により排気減圧可能な真空容器1内へガス供給装置2から供給される膜形成用ガスに電力印加装置4から電力を印加して該ガスをプラズマ下し、該プラズマのもとで容器1内に配置した物品S上に薄膜を形成する。ガス供給装置3は物品Sの膜形成対象面に対向するガス噴出用面部210を有するガス噴出用部材21を有しており、電力印加装置4は容器1内に設置された電力印加用電極41を有しており、ガス噴出用部材21はそのガス噴出用面部210に分散形成された複数のガス噴出孔210a、210bを有しており、電極41は物品Sとこれに対向するガス噴出用面部210間の空間SPに対し該空間周囲領域から対向するように設置されている。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000003942]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市右京区梅津高畠町47番地
氏 名 日新電機株式会社